

JOURNAL OF THE INDONESIAN MEDICAL ASSOCIATION

MAJALAH KEDOKTERAN INDONESIA



Volum 63:

NOMOR: 5, Mei 2013

Editorial

SJSN Sebagai Usaha Mewujudkan Keadilan Sosial Bagi Seluruh Rakyat Indonesia

- Yasser Ahmad Fananie

Artikel Penelitian

Prevalensi Hipokalemia pada Pasien Continuous Ambulatory Peritoneal Dialysis dan Kaitannya dengan Hipoalbuminemia

The Prevalence of Hypokalemia in Patient with Continuous Ambulatory Peritoneal Dialysis and its Hipoalbuminemia

- Lucky Aziza Bawazier

Inhibitor Faktor VIII pada Hemofilia A: Proporsi dan Faktor yang Berhubungan
Inhibitor of Factor VIII in Hemophilia A: Proportion and Factors Related

- Rikarni, Setiabudy RD, Wirawan R, Gatot D

Hubungan Hiperglikemia dengan Kadar Fe dan Aktivitas Katalase pada Pasien Diabetes Melitus Tipe 2

Association of Hyperglycemia with Iron Content and Catalase Activity In Type 2 Diabetes Mellitus Patient

- Eti Yerizal, Fadil Oenzil, Rifza

Efektivitas Metode Diskusi dalam Meningkatkan Pengetahuan dan Sikap Ibu terhadap Kelainan Refraksi pada Anak

Effectiveness of Discussion Method to Improve Mothers' Knowledge and Attitude about Children Refractive Error

- Dwi Noviyanti, Susanti Natalya Sirait, Kuswandewi Mutyara, Bony Wiem Lestari

Hubungan Dermatitis Kontak dengan Paparan Debu Semen dan Faktor yang Berpengaruh pada Tenaga Kerja Bongkar Muat

Contact Dermatitis Relation with Cement Dust Exposure Rating and the Related Factors on Labor at Port

- Endriana Svieta Lubis

Artikel Pengembangan Pendidikan Profesi Berkelanjutan (P2KB)

Olah Raga dan Aktivitas Fisik pada Kehamilan

Exercise and Physical Activity During Pregnancy

- Darrel Fernando, JM Seno Adjie, Nora Sutarina

Daftar Isi:

Halaman

Pedoman Bagi Penulis (*Instruction for Authors*)

Editorial

1. . SJSN Sebagai Usaha Mewujudkan Keadilan Sosial Bagi Seluruh Rekyat Indonesia 163
- Yasser Ahmad Fananie

Artikel Penelitian

2. Prevalensi Hipokalemia pada Pasien *Continuous Ambulatory Peritoneal Dialysis* dan Kaitannya dengan Hipoalbuminemia 167
- Lucky Aziza Bawazier
3. Inhibitor Faktor VIII pada Hemofilia A: Proporsi dan Faktor yang Berhubungan 171
- Rikarni, Setiabudy RD, Wirawan R, Gatot D
4. Hubungan Hiperglikemia dengan Kadar Fe dan Aktivitas Katalase pada Pasien Diabetes Melitus Tipe 2 177
- Eti Yerizal, Fadil Oenzil, Rifza
5. Efektivitas Metode Diskusi dalam Meningkatkan Pengetahuan dan Sikap Ibu terhadap Kelainan Refraksi pada Anak 182
- Dwi Noviyanti, Susanti Natalya Sirait, Kuswandewi Mutyara, Bony Wiem Lestari
6. Hubungan Dermatitis Kontak dengan Paparan Debu Semen dan Faktor yang Berpengaruh pada Tenaga Kerja Bongkar Muat 188
- Endriana Svieta Lubis

Artikel Pengembangan Pendidikan Keprofesian Berkelanjutan (P2KB)

7. Olah Raga dan Aktivitas Fisik pada Kehamilan 196
- Darrel Fernando, JM Seno Adjie, Nora Sutarina

Journal of the Indonesian Medical Association

Majalah Kedokteran Indonesia

TERAKREDITASI

Sesuai SK DIKTI Nomor: 51/DIKTI/Kep/2010

Masa berlaku tanggal, 5 Juli 2010 - 5 Juli 2013



Mitra Bestari Internasional:

- Prof. Cuno S.P.M. Uiterwaal, • Prof. Dr. T. van Gelder, MD, • Erin Koers, MPH, PhD, • Thomas John Bender MD, MSPN, PhD

Mitra Bestari:

- Dr. Maria Francisca Ham, SpPA, PhD • Prof. DR. Dr. Rianto Setiabudi, SpFK
- Prof. Dr. dr. Armen Muchtar SpFK • DR. Dr. Ristania D Soetikno, Mkes, SpRad(K)
- Dr. Aziza G. Icksan, SpRad(K) • DR. Dr. Ferdiansyah, SpOT • DR. Dr. Ismail, SpOT
- Dr. Setyo Widi Nugroho, SpBS(K) • Dr. Achmad Hidayat, MARS, SpB, SpKP
- Dr. Soemardoko Tjokromidigdo, SpM, SpKp • DR. Dr. Meilani Kumala, MS, SpGK
- Dr. Sri Sukmaniah, MSc, SpGK • Prof. Dr. Rahajuningsih Dharma Setiabudy, SpPK(K), DSc, FACT
- Dr. Ida Parwati, dr, SpPK(K), PhD • Dr. Lyna Soertidewi, SpS(K), M.Epid
- Dr. Jan Sudir Purba, PhD • DR. Dr. Astrid B Sulistomo, MPH, SpOk
- DR. Dr. Sumamur PK, MSc, SpOk • Prof. Dr. K.M. Arsyad, DABK, SpAnd
- Prof. DR. Mpu Kanoko, PhD, SpPA(K) • Prof. Dr. Marzuki Suryaatmadja, SpPK(K)
- Dr. Dalima A.W. Astrawinata, SpPK(K), M.Epid • Prof. Dr. Wimpie Pangkahila, SpAnd, FAACS
- Dr. Marcellus Simadibrata, PhD, SpPD-KGEH, FAGG, FINASIM
- DR. Dr. Murdani Abdullah, SpPD-KGEH, FINASIM • Dr. Dyah Purnamasari Sulistianingsih, SpPD
- DR. Dr. Idrus Alwi, SpPD, K-KV, FINASIM, FACC, FESC
- Prof. Dr. Lukman Hakim Makmun, SpPD, K-KV, Kger • Prof. DR. Dr. Karmel L Tambunan, SpPD, KHOM
- Prof. DR. Dr. A Harryanto Reksodiputro, SpPD-KHOM • Prof. Dr. Armis, SpB, SpOT • Dr. Andri, SpKJ
- Dr. Nurjati Chairani Siregar, MS, PhD, SpPA(K) • Prof. DR. Dr. Angela B.M. Tulaar, SpKFR(K)
- Prof. Dr. Agus Sjahrurachman, PhD, SpMK • Prof. Dr. Anwar Yusuf, SpP(K) • Prof. Dr. Faisal Yunus, PhD, SpP(K)
- DR. Dr. R.M. Nugroho Abikusno. MSc • Prof. DR. Dr. Retno W Soebaryo, SpKK • Dr. Sri Erni Istiawati, SpS
- DR. Rer. Physiol. Dr. Ina Septelia Wanandi • Prof. DR. Dr.med. Paul Tahalele, FCTS, FINACS
- Prof. DR. Dr. Siti Aisah Boediardjo, SpKK(K) • Dr. Wachyu Hadisaputra, SpOG(K) • Prof. DR. Dr. Harry Isbagio, SpPD-KR
- DR. Dr. Ratna D Restuti, SpTHT-KL(K)

Journal of the Indonesian Medical Association

(Majalah Kedokteran Indonesia)

Penasehat: Dr. Zaenal Abidin, MH.Kes, Prof. Dr. Ichsan Oetama Marsis, SpOG (K)

Pemimpin Umum/Penanggung Jawab: Dr. Taufik Jamaan, SpOG, DR. Dr. Ari Fahrial Syam, SpPD-KGEH

Sekretaris: Dr. Nurhidayat Pua Upa, MARS; **Bendahara:** Dr. Dien Kurtanty, MKM

Redaksi Senior: Prof. DR. Dr. H. AA Subiyanto, MS, Prof. DR. Dr. Muhammad Amin, SpP(K), Prof. DR. Dr. H. Munar Lubis, SpA(K), Prof. Dr. Saleha Sungkar, DAP&E, MS, SpPar(K), Prof. DR. Dr. Suryani As'ad Armyn, MSc, SpGK, Drs. Hadi Hartanto, MS, A.AndK, Prof. DR. Dr. Retno Wahyuningsih, MS, Prof. DR. Dr. Purwantiastuti, SpFK(K)

Pemimpin Redaksi: DR. Dr. Dwiana Ocviyanti, SpOG(K)

Redaksi: Dr. Eva Suarhana, MSc, PhD, Dr. Ferius Soewito, SpKFR, Dr. Fatih Anfasa, Dr. Herqutanto, MPH, MARS, DR. Dr. Hanifah Oswari, SpA(K), Dr. Salma Oktaria, Dr. Yayi Dwina Billianti, MBIomed, Dr. Kholisah Nasution, Dr. Martin Hertanto, Dr. Wahyu Budi Santosa, Dr. Ina Ariani Kirana Masna, SpP, Dr. Firtanty Adi Syahputra

Redaksi Pelaksana: Dr. Meilania Saraswati, SpPA

Tim Redaksi P2KB-MKI (Program Pengembangan Pendidikan Keprofesional Berkelanjutan)

Ketua: Prof. Dr. Saleha Sungkar, DAP&E, MS, SpPar(K); **Wakil Ketua:** Dr. Zunilda Djanun Sadikin, SpFK

Anggota: Dr. Meilania Saraswati, SpPA, Dr. Ferius Soewito, SpKFR

Badan Usaha: Mohamad Yusuf; **Sekretaris Redaksi:** Evi Suprpti; **Bagian Promosi:** Hj. Susilowati Abas (Koordinator), Yos Rosada, Bambang Harmanto; **Bagian Produksi:** Indra Bustomi; **Distribusi:** M. Rodjali

Alamat Redaksi/Badan Usaha dan Sirkulasi MKI: Yayasan Penerbitan IDI, Jl. Dr. Samratulangi No. 29, Jakarta 10350,
Telepon: (021) 31937910, Faksimili: (021) 3900465; E-mail: yapenidi@yahoo.com, <http://www.idionline.org>

Surat Izin Terbit (SIT): Kep. Pepelrada No.: Kep/956/IX/1995; **Bank:** Bank Mandiri Cabang Kebon Sirih, Rekening No. 121.0072000247

ISSN: 2089-1067

Berkala Ilmiah Kedokteran Bulanan, Isi di Luar Tanggungjawab Percetakan

Hubungan Hiperglikemia dengan Kadar Fe dan Aktivitas Katalase pada Pasien Diabetes Melitus Tipe 2

Etí Yerizel,* Fadil Oenzil,* Rifza**

*Bagian Biokimia Fakultas Kedokteran Universitas Andalas, Padang

**Bagian Gizi Klinik Rumah Sakit Umum Pusat M. Djamil, Padang

Abstrak:

Pendahuluan: Diabetes Melitus yang tidak terkontrol dengan baik dapat menyebabkan stres oksidatif dan menghasilkan radikal bebas. Katalase berperan sebagai antioksidan endogen, dan aktivitasnya diinduksi oleh molekul besi (Fe). Di lain pihak, sifat molekul besi yang tidak stabil berpotensi menghasilkan radikal bebas. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui hubungan hiperglikemia dengan kadar Fe dan aktivitas katalase pada pasien DM tipe 2.

Metode: Desain penelitian adalah studi potong lintang. Penelitian dilakukan di Departemen Penyakit Dalam RSUP Dr. M. Jamil dan Laboratorium Biokimia Fakultas Kedokteran Unand. Jumlah sampel yang diambil 70 subjek dengan 35 subjek pasien DM tipe 2 dengan kadar glukosa darah puasa >126 mg/dl, kadar glukosa darah 2 jam post prandial 200 mg/dl dan kadar HbA_{1c} $>7\%$, dan 35 subjek non-DM. Kadar Fe dan aktivitas katalase diukur menggunakan spektrofotometer. Data dianalisis dengan uji statistik t-test dan korelasi regresi.

Hasil: Kadar Fe serum pada kelompok DM lebih rendah secara bermakna dibandingkan dengan kelompok non-DM ($p=0,007$). Aktivitas katalase kelompok DM lebih tinggi secara bermakna dibandingkan dengan kelompok non-DM. Tidak ditemukan korelasi antara HbA_{1c} dengan kadar Fe ($r=0,087$; $p=0,619$) maupun antara HbA_{1c} dengan aktivitas katalase ($r=0,03$, $p=0,864$).

Kesimpulan: Kadar Fe serum lebih rendah dan aktivitas katalase lebih tinggi pasien DM tipe 2 dibandingkan dengan pasien non DM. *J Indon Med Assoc.* 2013;63:177-81.

Kata kunci : Diabetes Melitus Tipe 2, Hiperglikemia, HbA_{1c}, Fe, Aktivitas katalase

Korespondensi: Etí Yerizel
E-mail: ety-yerizel@yahoo.co.id

Association of Hyperglycemia with Iron Content and Catalase Activity In Type 2 Diabetes Mellitus Patient

Eti Yerizel,* Fadil Oenzil,* Rifza**

*Department of Biochemistry, Medical Faculty Andalas University Padang

**Department of Nutrition, M.Jamil Hospital, Padang

Abstract:

Introduction: Uncontrolled Diabetes mellitus can cause oxidative stress, where there was increasing reactive oxygen species and radical hydroxyl production. Catalase as endogen antioxidants have role in catalyzing hydrogen peroxide into oxygen and water; its activity induced by iron. However unstable properties of iron molecules could generate free radicals. This research was to determine the association between hyperglycemia with serum iron and catalase activity in type 2 DM patient.

Method: We performed a cross-sectional study in Internal Medicine Department Dr. M Jamil Hospital and Biochemistry Laboratory Faculty of Medicine Andalas University. There were 70 subjects with 35 subjects having DM, dan another 35 subjects were control group. Spectrophotometry technique was used to measure serum iron and catalase activity. Independent t-test and correlation regression were used to analyze data.

Result: Mean serum iron in DM group was significantly lower than control group ($p=0,007$), while catalase activity of DM group was significantly higher than control ($p<0,001$). There was no correlation between HbA1c with serum iron ($r=0.087$; $p=0.619$) none between HbA1c with catalase activity ($r=-0.03$; $p=0.864$).

Conclusion: Serum Fe is lower and catalase activity higher in patient type 2 DM compared with non DM patients. *J Indon Med Assoc.* 2013;63:177-81.

Key words: Diabetes Mellitus Type 2, Hyperglycemia, HbA1c, Iron, Catalase Activity

Pendahuluan

Diabetes melitus merupakan penyakit kronik, dan progresif. Prevalensi penyakit DM meningkat pesat dan menjadi penyebab kematian terbanyak, baik di negara maju maupun di negara berkembang. International Diabetes Foundation (IDF 2005) memperkirakan prevalensi DM dunia adalah 1,9% dan merupakan penyebab kematian nomor 7 di dunia.¹ Diabetes Melitus merupakan kelompok penyakit metabolik dengan karakteristik berupa hiperglikemia yang terjadi karena kelainan sekresi insulin, kerja insulin atau kedua-duanya.² Hiperglikemia ditunjukkan dengan peningkatan persentase HbA1c.^{3,4} Hiperglikemia menyebabkan autooksidasi glukosa, glikasi protein dan aktivasi jalur metabolisme poliol yang selanjutnya mempercepat pembentukan senyawa oksigen reaktif.⁶ Modifikasi molekular pada berbagai jaringan mengakibatkan ketidakseimbangan antara antioksidan protektif (pertahanan antioksidan) dan peningkatan produksi radikal bebas. Hal ini merupakan awal kerusakan oksidatif yang dikenal sebagai stres oksidatif.⁶⁻⁹

Pengobatan dan pencegahan DM berfokus pada inhibisi timbulnya stres oksidatif, seperti penggunaan antioksidan

untuk mengantisipasi efek radikal bebas.⁵ Hidrogen peroksida (H_2O_2) merupakan salah satu radikal bebas toksik, bersifat merusak jaringan dan dapat menyebabkan berbagai macam penyakit. Katalase sebagai antioksidan endogen memiliki peran utama dalam mengontrol konsentrasi H_2O_2 dengan mengkatalisis H_2O_2 menjadi oksigen dan air sehingga bersifat non toksik.^{10,11} Aktivitas enzim katalase diinduksi oleh Fe. Rendahnya status Fe tubuh berdampak negatif pada aktivitas enzim katalase.¹⁵ Sebaliknya sifat molekul besi yang tidak stabil berpotensi menghasilkan berbagai bentuk radikal bebas yang dapat membahayakan kerusakan sel β pankreas.¹⁴

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui perbedaan kadar Fe dan aktivitas katalase pada penyandang diabetes melitus tipe 2 dan non DM dan mencari hubungan/korelasi hiperglikemia dengan kadar Fe dan aktivitas katalase pada pasien diabetes melitus tipe 2.

Metode

Penelitian ini menggunakan desain studi potong lintang, dan dilakukan di Departemen Penyakit Dalam RSUP Dr. M.

Jamil Padang dan Laboratorium Biokimia Fakultas Kedokteran Universitas Andalas. Jumlah sampel yang diambil adalah 70 subjek dengan 35 subjek merupakan penyandang DM tipe 2, sedangkan sebagai kontrol adalah 35 subjek yang tidak menyandang DM (nonDM). Pengukuran kadar Fe serum dan aktivitas katalase dilakukan dengan menggunakan metode spektrofotometri. Analisis data dilakukan dengan uji statistik t-test tidak berpasangan dan korelasi regresi.

Hasil

Pada tabel 1 terlihat bahwa kadar gula darah puasa dan kadar gula darah 2 jam post prandial pada kelompok DM dan non DM menunjukkan perbedaan yang signifikan dengan nilai $p < 0,001$. Selanjutnya persentase HbA1c pada kelompok DM dan non DM juga menunjukkan perbedaan yang bermakna, dengan nilai $p < 0,001$.

Tabel 1. Kadar Gula Darah dan HbA1c Kelompok DM dan Non DM

Karakteristik subjek penelitian	DM tipe 2 Rerata \pm SD	Non DM Rerata \pm SD	p
Gula darah puasa (mg/dl)	191,60 \pm 35,47	93,37 \pm 7,18	<0,001
Gula darah 2 jam PP (mg/dl)	367,77 \pm 70,68	125,06 \pm 16,01	<0,001
HbA1c (%)	11,19 \pm 2,04	6,02 \pm 0,56	<0,001

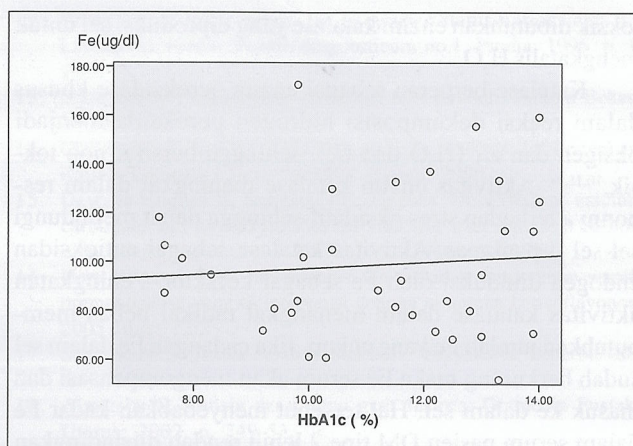
Perbedaan rerata kadar Fe serum dan aktivitas katalase setelah diukur menggunakan teknik spektrofotometri antara kelompok DM dengan non DM dapat dilihat di Tabel 2. Rerata kadar Fe serum pada kelompok DM lebih rendah secara bermakna dibandingkan dengan kelompok non DM, dan aktivitas katalase kelompok DM lebih tinggi secara bermakna pada kelompok DM.

Tabel 2. Perbedaan Rerata Kadar Fe dan Aktivitas Katalase pada Kelompok DM dan non_DM

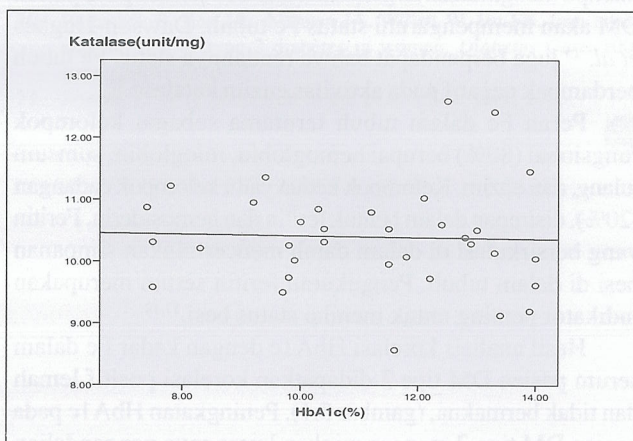
	Mean \pm SD		p
	DM	Non DM	
Kadar Fe (μ g/dl)	98,74 \pm 30,05	118,59 \pm 29,86	0,007
Aktivitas Katalase (unit/mg)	10,4 \pm 8,25	6,64 \pm 0,56	<0,001

Kadar HbA1C tidak berkorelasi dengan kadar Fe serum ($r=0,087$; $p=0,619$), sedangkan aktivitas katalase berkorelasi negatif lemah dengan HbA1C ($r=0,03$; $p=0,864$).

Hasil penelitian didapatkan kadar Fe serum pada pasien DM tipe 2 secara signifikan lebih rendah dibandingkan non DM dengan nilai $p=0,007$. Aktivitas katalase pasien DM tipe 2 secara signifikan lebih tinggi dibanding kelompok non DM dengan nilai $p < 0,001$. Analisis korelasi HbA1c dengan kadar



Gambar.1. Korelasi HbA1c dengan Kadar Fe Pasien DM Tipe 2



Gambar.2. Korelasi HbA1c dengan Aktivitas Katalase Pasien DM Tipe2

Fe diperoleh korelasi positif lemah dengan nilai $r=0,087$ ($p=0,619$). Korelasi HbA1c dengan aktivitas katalase diperoleh korelasi negatif lemah dengan $r=-0,03$ ($p=0,864$).

Diskusi

Kadar Fe pada pasien DM tipe 2 lebih rendah secara bermakna dibandingkan dengan kelompok non DM, dan aktivitas katalase pada kelompok DM tipe 2 lebih tinggi secara bermakna dibandingkan non DM. Pada pasien DM tipe 2 yang tidak terkontrol terjadi hiperglikemia. Hiperglikemia menyebabkan produksi radikal bebas meningkat sehingga memicu terjadinya stres oksidatif, yaitu suatu keadaan dimana jumlah radikal bebas yang diproduksi melebihi kapasitas tubuh untuk menangkalnya.¹⁴

Salah satu bentuk radikal bebas yang dihasilkan adalah hidrogen peroksida (H_2O_2), yakni senyawa toksik yang dapat terurai dengan mudah. Daya rusak H_2O_2 bukan hanya karena senyawa tersebut merupakan oksidan yang kuat, tetapi juga karena H_2O_2 dapat menghasilkan radikal hidroksil yang paling reaktif dan paling berbahaya. Untuk meredam dan menangkal radikal bebas agar menjadi senyawa yang tidak

toksik dibutuhkan enzim katalase yang diproduksi sel untuk mengkatalis H_2O_2 .

Katalase berperan sebagai enzim peroksidase khusus dalam reaksi dekomposisi hidrogen peroksida menjadi oksigen dan air (H_2O dan O_2), sehingga bersifat non toksik.^{10,11,14} Aktivitas enzim katalase meningkat dalam responnya terhadap stres oksidatif sehingga dapat melindungi sel-sel β pankreas. Aktivitas katalase sebagai antioksidan endogen diinduksi oleh Fe sebagai kofaktor. Peningkatan aktivitas katalase dalam menangkal radikal bebas membutuhkan jumlah Fe yang cukup. Jika cadangan Fe dalam sel sudah berkurang maka Fe serum akan mengkompensasi dan masuk ke dalam sel. Hal tersebut menyebabkan kadar Fe dalam serum pasien DM tipe 2 lebih rendah dibandingkan non DM. Wijaya¹² mengemukakan asupan Fe yang memadai mampu menginduksi aktivitas katalase. Diet ketat pada pasien DM akan mempengaruhi status Fe tubuh. Dawson-Hughes *et al.*¹⁵ juga berpendapat bahwa rendahnya status Fe tubuh berdampak negatif pada aktivitas enzim katalase.¹⁶

Peran Fe dalam tubuh terutama sebagai kelompok fungsional (80%) berupa: hemoglobin, mioglobin, sumsum tulang, dan enzim. Kelompok kedua yaitu kelompok cadangan (20%), disimpan dalam bentuk feritin dan hemosiderin. Feritin yang bersirkulasi di dalam darah mencerminkan simpanan besi di dalam tubuh. Pengukuran feritin serum merupakan indikator penting untuk menilai status besi.^{17,18}

Hasil analisis korelasi HbA1c dengan kadar Fe dalam serum pasien DM tipe 2 didapatkan korelasi positif lemah dan tidak bermakna, (gambar 5.1). Peningkatan HbA1c pada pasien DM tipe 2 mencerminkan kurangnya pengendalian metabolisme glukosa selama 3-4 bulan sebelumnya (120 hari), sesuai dengan umur eritrosit. Kadar glukosa darah yang tidak terkontrol menyebabkan terjadinya hiperglikemia. Hiperglikemia menyebabkan produksi radikal bebas meningkat sehingga memicu terjadinya stres oksidatif. Stres oksidatif meningkatkan pelepasan besi dari feritin, sehingga terjadi peningkatan kadar Fe dalam darah.¹⁹ Dari hasil penelitian yang dilakukan didapatkan korelasi positif lemah HbA1c dengan kadar Fe dalam serum. Hal ini disebabkan oleh Fe dalam serum masuk ke dalam sel untuk menginduksi aktivitas enzim katalase sehingga kadar Fe serum tidak begitu tinggi. Pada gambar 5.1 terlihat kecenderungan ke arah positif peningkatan kadar Fe dengan peningkatan persentase HbA1c. Kondisi ini timbul karena keberadaan penyakit DM tidak lepas dari peran zat besi (Fe) dalam darah dan beberapa faktor yang mempengaruhi. Pertama, sifat molekul besi yang fleksibel menyebabkan molekul Fe dapat berfungsi sebagai donor elektron maupun akseptor. Hal itu juga berarti bahwa jika besi bebas dalam sel, maka molekul besi dapat mengkatalisis konversi hidrogen peroksida menjadi radikal bebas yang membahayakan atau merusak sel tubuh.¹⁴ Kedua, insulin mempengaruhi metabolisme besi. Insulin merangsang sintesis feritin dan memfasilitasi penyerapan zat besi oleh sel melalui transferin, translokasi dari kompartemen intra-

seluler ke permukaan sel. Sebaliknya zat besi mempengaruhi metabolisme glukosa. Besi sebagai prooksidan yang kuat meningkatkan stres oksidatif sel, menyebabkan penghambatan ekstraksi insulin pada hati sehingga terjadi hiperinsulinemia dan resistensi insulin.^{19,20} Hal ini didukung oleh penelitian Arredondo M *et al* yang menunjukkan terdapatnya hubungan antara metabolisme besi dan diabetes melitus tipe 2, bahkan dalam rentang normal status zat besi. Ketiga, intake Fe dari diet dalam bentuk besi heme atau non heme. Penyerapan zat besi non heme di usus diatur ketat sesuai dengan kebutuhan tubuh, dan penyerapan zat besi minimal jika cadangan besi tubuh cukup sehingga kadar Fe darah tetap dalam batas normal. Penyerapan zat besi heme (banyak terkandung dalam daging merah) lebih cepat diserap dan disimpan dalam bentuk feritin, tidak tergantung apakah kadar besi tubuh cukup atau tidak. Hal itu akan memengaruhi cadangan besi di dalam tubuh. Metabolisme insulin berkurang dengan cadangan besi yang meningkat sehingga terjadi hiperinsulinemia yang menyebabkan resistensi insulin. Hal tersebut didukung oleh studi kohort prospektif yang dilakukan oleh K S *et al.* tentang asupan zat besi dan faktor risiko diabetes tipe 2 pada wanita. Hasil penelitian tidak menemukan hubungan asupan besi total dari diet, suplemen dan besi non heme dengan risiko diabetes. Tetapi asupan zat besi heme positif dikaitkan dengan risiko diabetes tipe 2. Peneliti Jiang R *et al.* yang melakukan studi kohort prospektif tentang hubungan asupan zat besi dan donor darah dengan risiko diabetes tipe 2 pada pria usia 40-75 tahun juga mengemukakan bahwa asupan zat besi total tidak terkait dengan risiko diabetes tipe 2, namun asupan besi heme dari sumber berupa daging merah berhubungan dengan risiko diabetes melitus tipe 2.

Hasil analisis korelasi HbA1c dengan aktivitas katalase pasien DM tipe 2 tidak didapatkan korelasi (gambar 5.2). Hal tersebut menunjukkan bahwa peningkatan kadar HbA1c akan diikuti oleh penurunan aktivitas katalase. Hal tersebut mungkin disebabkan oleh kemampuan katalase sebagai antioksidan endogen dalam mengatalisis radikal bebas sudah mulai berkurang. Tidak terkendalinya kadar glukosa darah pada 3 bulan terakhir hanya sedikit berpengaruh terhadap penurunan aktivitas katalase. (Udoh *et al.*)

Kesimpulan

Penelitian ini menunjukkan rerata kadar Fe serum pasien DM tipe 2 lebih rendah secara bermakna dibandingkan kelompok non-DM, sedangkan aktivitas katalase penyandang DM tipe 2 secara bermakna lebih tinggi dibanding kelompok non DM. Namun tidak terdapat hubungan bermakna antara HbA1c dengan kadar Fe serum maupun HbA1c dengan aktivitas katalase pada penyandang DM tipe 2.

Daftar Pustaka

1. Madina. Diabetes mellitus, ancaman umat manusia di dunia. [cited 2011 June 8]. Available from: <http://www.madina.sk.com>

2. Soegondo S. Diagnosis dan klasifikasi diabetes mellitus terkini dalam penatalaksanaan diabetes mellitus terpadu, Jakarta: Fakultas Kedokteran Universitas Indonesia, 2005. p. 17-26
3. Depkes RI. Pedoman pemeriksaan laboratorium untuk penyakit diabetes mellitus. 2005.
4. Lasdaugas M. Understanding your diabetes HbA1c. Dtour Health in Dtour Magazine Autumn. 2008;12
5. Setiawan B, Suhartono E. Stress oksidatif dan peran antioksidan pada diabetes mellitus. Majalah Kedokteran Indonesia. 2005; 55(2):87-90.
6. Anderson JW. Nutritional management of diabetes mellitus. In: Shils ME, Olson JA, Shike M, Ross AC. Modern nutrition in health and disease. 9th ed. Maryland: Lippincott Williams & Wilkins; 1999. p.1365-71.
7. Johansen J S, Harris AK, Richly DJ, Ergul A. Oxidative stress and the use of antioxidants in diabetes linking basic science to clinical practice. Cardiovasc Diabetol [serial on the internet]. 2005 [cited 2011 June 12]. Available from: <http://www.pubmedcentral.nih.gov/torender.fcgi?iid>.
8. Papas, AM. Antioxidant status, diet, nutrition and health. Washington DC: CRC Press; 1999. p. 3-32.
9. Suryohudoyo P. Oksidan dan radikal bebas. In: Suryohusodo P. Kapita selekta ilmu kedokteran molekuler. 2nd ed. Jakarta: Sagung Seto; 2007.
10. Brahm U. Biokimia Harper. 27th ed. Jakarta: EGC; 2009. p. 103, 135, 640.
11. Bothan KM, Mayes PA. Harper's Illustrated Biochemistry. 7th ed. USA: McGraw-Hill Companies; 2006.
12. Wijaya A. Radikal bebas dan parameter status antioksidan. In: Lab Klinik Prodia. Forum diagnosticum no.1. Prodia; 1996. p. 1-12.
13. Saifuddin M. Siapa bilang diabet tak bisa sembuh. Tabloid Bekam 3rd ed. 2011.
14. Christianto T. Radikal bebas dan diabetes mellitus. In: Pertemuan ilmiah Tahunan I Ilmu Penyakit Dalam; 2000.
15. Dawson-Hughes B, Seligson FH, Hughes VA. Effect of calcium carbonate and hydroxyapatite on zinc and iron retention in post menopausal women. Am J Clin Nutr. 1986; 44:83-88.
16. Hery W, et al. Efek suplementasi Zn terhadap status imun wanita premenopause yang diintervensi dengan minuman berisoflavonon. 2005 June; 12:2
17. Sudarmadji S. Teknik Analisa Biokimia. Yogyakarta: Penerbit Liberty; 1996.
18. Almatsier S. Prinsip dasar ilmu gizi. Jakarta: Gramedia Pustaka Utama; 2002. p. 249-53.
19. Manuel J, et al (Unit Diabetic Endocrinology and Nutrition, Univ Hospital Girona "Dr Josep Trueta "). Cross talk between iron metabolism and diabetes. Spanyol; 2002.
20. Rajpathak S, Jing Ma, Manson JA, Willett W, Hu FB. Iron intake and the risk of type 2 diabetes in women. Diabetes Care. 2006 June; 29(6):1370-76.
21. Jerome L. Why plant iron is the best. USA: Viva; 2005.

